

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2001-507503

(P2001-507503A)

(43) 公表日 平成13年6月5日 (2001.6.5)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード* (参考)

H 0 5 B 33/00

H 0 5 B 33/00

H 0 1 L 33/00

H 0 1 L 33/00

N

H 0 5 B 33/14

H 0 5 B 33/14

A

33/24

33/24

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 47 頁)

(21) 出願番号 特願平10-529078
(86) (22) 出願日 平成9年12月23日 (1997. 12. 23)
(85) 翻訳文提出日 平成11年6月23日 (1999. 6. 23)
(86) 国際出願番号 P C T / U S 9 7 / 2 3 9 4 7
(87) 国際公開番号 W O 9 8 / 2 8 9 4 7
(87) 国際公開日 平成10年7月2日 (1998. 7. 2)
(31) 優先権主張番号 0 8 / 7 7 2 , 3 3 2
(32) 優先日 平成8年12月23日 (1996. 12. 23)
(33) 優先権主張国 米国 (U S)
(31) 優先権主張番号 0 8 / 7 7 4 , 1 1 9
(32) 優先日 平成8年12月23日 (1996. 12. 23)
(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 ザ トラスティーズ オブ プリンストン
ユニバーシティ
アメリカ合衆国08544 ニュージャージー
州, プリンストン, ピー. オー. ボックス
36
(72) 発明者 プロビック, プラディミール
アメリカ合衆国, ニュージャージー, メト
チェン, ミドルセックス アベニュー 41
ービー.
(72) 発明者 フォレスト, スチーブン, アール.
アメリカ合衆国, ニュージャージー, プリ
ンストン, ハント ドライブ 148
(74) 代理人 弁理士 浅村 皓 (外3名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光反射構造体を備える発光体

(57) 【要約】

基板1100、この基板内または上に配置した光反射構造体1110、およびこの光反射構造体1110内または上に配置した有機発光素子1000を含む発光体。本発明の発光体は、導波性を最小にし、それで効率、輝度および解像度を増す。

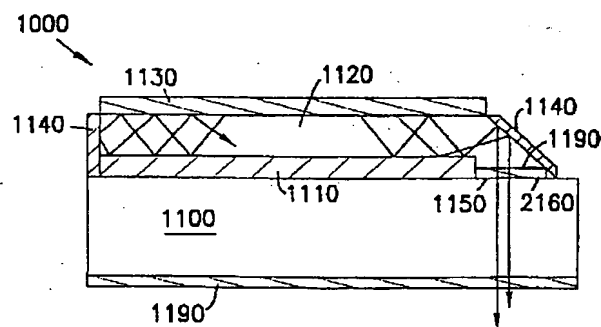


FIG. 7A

(2)

【特許請求の範囲】

1. 発光体であって：

基板；

上記基板内または上に配置した光反射構造体で、上の部分と下の部分に特徴があり、この上の部分が下の部分より狭い構造体；および

上記光反射構造体内または上に配置した有機発光素子；

を含み、上記光反射構造体は上記有機発光素子から出た光を上記光反射構造体の下の部分の方へ向ける発光体。

2. 請求項 1 の発光体に於いて、

上記基板が透明であり；および

上記光反射構造体を上記基板上にこの光反射構造体の下の部分を上記基板に直ぐ隣接して配置して、上記有機発光素子から出た光を上記基板の方へ向ける発光体。

3. 請求項 2 の発光体に於いて、

上記光反射構造体はこの下の部分と鋭角で交差する側壁を含む発光体。

4. 請求項 3 の発光体であって、更に、上記側壁上に反射器を含む発光体。

5. 請求項 2 の発光体に於いて、

上記光反射構造体が複数の側壁を含み；および

これらの側壁の各々がこの下の部分と鋭角で交差する発光体。

6. 請求項 5 の発光体であって、更に、上記複数の側壁の少なくとも一つの側に反射器を含む発光体。

7. 請求項 5 の発光体に於いて、上記光反射構造体がメサ構造である発光体。

8. 請求項 7 の発光体に於いて：

上記有機発光素子を上記メサ構造上に配置し；並びに

上記有機発光素子が：

上記メサ構造上のアノード；

上記アノード上の、正孔輸送層である第 1 有機層；

上記第 1 有機層上の、放出性であって電子輸送層である第 2 有機層；および

(3)

上記第 2 有機層上のカソード；
を含む発光体。

9. 請求項 7 の発光体に於いて：

上記有機発光素子を上記メサ構造上に配置し；並びに
上記有機発光素子が：

上記メサ構造上のアノード；

上記アノード上の、正孔輸送層である第 1 有機層；

上記第 1 有機層上の、放出性層である第 2 有機層；

上記第 2 有機層上の、電子輸送層である第 3 有機層；および

上記第 3 有機層上のカソード；

を含む発光体。

10. 請求項 7 の発光体に於いて、上記有機発光素子を上記メサ構造上に配置する発光体。

11. 請求項 7 の発光体に於いて、上記有機発光素子を上記メサ構造内に配置する発光体。

12. 請求項 1 の発光体に於いて：

上記発光体が、複数の画素を含み、上記画素の各々が三つの上記光反射構造体を含み、上記光反射構造体の第 1 のものが青色光エミッタであり、上記光反射構造体の第 2 のものが緑色光エミッタであり、および上記光反射構造体の第 3 のものが赤色光エミッタである発光体。

13. 請求項 12 の発光体に於いて、上記有機発光素子が青色光を出す発光体。

14. 請求項 13 の発光体に於いて、上記光反射構造体の第 2 のものが上記有機発光素子から出た青色光の実質的に全てを緑色光に変換する緑色下方変換蛍光体層を含む発光体。

15. 請求項 13 の発光体に於いて、上記光反射構造体の第 3 のものが上記有機発光素子から出た青色光の実質的に全てを赤色光に変換する赤色下方変換蛍光体層を含む発光体。

16. 請求項 1 の発光体であって、更に、少なくとも一つの追加の有機発光

(4)

素子を含む発光体。

17. 請求項16の発光体に於いて、上記有機発光素子および少なくとも一つの追加の有機発光素子を積重ねた装置に配置する発光体。

18. 請求項17の発光体に於いて、上記有機発光素子および少なくとも一つの追加の有機発光素子が独立に対応可能である発光体。

19. 請求項2の発光体に於いて、

上記光反射構造体が少なくとも三つの側壁を含み；並びに

上記側壁の一つが上記基板に関して鋭角を成し、および上記側壁の残りが上記基板と実質的に垂直である発光体。

20. 請求項19の発光体であって、更に、上記基板上に光反射層を含み、上記光反射層がそれに少なくとも一つの開口を有し、そこで上記有機発光素子から出た光を、上記基板から出すために、上記少なくとも一つの開口を通るように向ける発光体。

21. 請求項20の発光体に於いて、

上記光反射層がそれに一つの開口を有し、上記開口を、上記基板に関して鋭角を成す、上記光反射構造体の上記側面の直ぐ下に配置する発光体。

22. 請求項21の発光体に於いて、上記鋭角が約45°である発光体。

23. 請求項19の発光体に於いて、

上記光反射構造体が少なくとも三つの側壁を含み；並びに

上記少なくとも三つの側壁の複数の上記基板に関して鋭角を成し、および上記少なくとも三つの側面の何れか残りの側面が上記基板と実質的に垂直である発光体。

24. 請求項23の発光体に於いて、

上記光反射層がそれに複数の開口を有し、上記開口の各々を、上記基板に関して鋭角を成す、上記少なくとも三つの側壁の上記複数の各々の直ぐ下に配置する発光体。

25. 請求項24の発光体に於いて、上記複数の開口から出る光が共通の焦点に収束する発光体。

26. 請求項1の発光体に於いて、

(5)

上記光反射構造体の上の部分が上記基板に直ぐ隣接して、上記有機発光素子から出た光を上記基板から離れる方向に向ける発光体。

27. 請求項26の発光体に於いて、

上記光反射構造体は上記基板の上面内のピットであり；および上記光反射構造体の上の部分が上記基板のこの上面と面一である発光体。

28. 請求項27の発光体に於いて：

上記有機発光素子を上記ピット内に配置し；並びに
上記有機発光素子が：

上記基板上のカソード；

上記カソード上の、放出性であって電子輸送層である第1有機層；

上記第1有機層上の、正孔輸送層である第2有機層；および

上記第2有機層上のアノード；

を含む発光体。

29. 請求項27の発光体に於いて：

上記有機発光素子を上記ピット内に配置し；並びに

上記有機発光素子が：

上記基板上のカソード；

上記カソード上の、電子輸送層である第1有機層；

上記第1有機層上の、放出性層である第2有機層；

上記第2有機層上の、正孔輸送層である第3有機層；および

上記第2有機層上のアノード；

を含む発光体。

30. 請求項26の発光体であって、更に、上記基板上に少なくとも一つのピット形成構造体を含む発光体。

31. 請求項30の発光体に於いて、上記光反射構造体は上記少なくとも一つのピット形成構造体によって作ったピットである発光体。

32. 請求項27の発光体に於いて、上記光反射構造体が、複数の側面を有する倒立メサ構造である発光体。

33. 請求項32の発光体に於いて、上記光反射構造体の上の部分が上記側

(6)

面と約 135° の角度を成す発光体。

(7)

【発明の詳細な説明】**光反射構造体を備える発光体****発明の分野**

この発明は、有機発光素子（O L E D）に関し、更に詳しくは、効率を最高にし且つ導波性による損失を最小にするように設計した、発光体に関する。

発明の背景

電子ディスプレイは、テレビ受像機、コンピュータ端末、電気通信機器およびその他の用途のホストに使われている。現在利用できる電子ディスプレイの種類の中では、フラットパネルディスプレイ技術に重大な関心があり、この分野では絶えず進歩がなされている。ディスプレイ技術に対する望ましい要因には、高解像度をもたらす能力、よい明るさ水準で且つ競合できる価格でのフルカラー表示がある。

有機発光素子（O L E D）は、電流で励起したとき光を出す薄膜を使用し、益益フラットパネルディスプレイ技術の一般的な形になっている。現在、最も好ましい有機発光構造体を二重ヘテロ構造（D H）O L E Dと称し、図1 Aに示す。この素子では、ガラスの基板層1 0をインジウム錫酸化物（I T O）の薄層1 1によって被覆する。次に、薄い（1 0 0～5 0 0 Å）の有機正孔輸送層（H T L）1 2をI T O層1 1上に被着する。H T L 1 2上に付着するのは、薄い（典型的には5 0 Å～5 0 0 Å）放出層（E L）1 3である。このE L 1 3は、1 0 0～5 0 0 Åの厚さの電子輸送層1 4（E T L）から注入した電子をH T L 1 2からの正孔と再結合するための場所を提供する。先行技術のE L T、E LおよびH T L材料の例は、米国特許第5, 2 9 4, 8 7 0号に開示されていて、その開示を参考までにここに援用する。

屢々、このO L E Dの色を変え且つ電界発光効率を増すために、E L 1 3に高度に蛍光性の色素を添加する。この素子は、図1 Aに示すように、金属接点1 5, 1 6および上部電極1 7を付けることによって完成する。接点1 5および1 6は、典型的にはインジウムまたはT i / P t / A uから製作する。電極1 7は、屢々

(8)

有機 ETL 14 と直接接触する Mg / Ag 17' のような合金と、この Mg / Ag 上の金 (Au) または銀 (Ag) のような、厚く仕事関数の高い金属層 17" から成る二重層構造である。この厚い金属 17" は不透明である。上部電極 17 と接点 15 および 16 の間に適正なバイアス電圧を掛けるとき、放出性層 13 からガラス基板 10 を通して光放出が起る。図 1 A の LED 素子は、放出する色および素子構造に依って、典型的に 0.05% ないし 2% の発光性外部量子効率を有する。

もう一つの公知の有機放出性構造は、単一ヘテロ構造 (SH) OLED と称し、図 1 B に示す。この構造と DH 構造の間の差は、多機能層 13' が EL と ETL の両方として役立つことである。図 1 B の素子の一つの欠点は、多機能層 13' の電子輸送能力が良くなければならないことである。さもなければ、別々の EL 層と ETL 層を、図 1 A の素子に対して示すように、設けるべきである。

更にもう一つの公知の LED 素子を図 1 C に示し、それは単層 (ポリマー) OLED の典型的断面図を例示する。図示のように、この素子は、錫 ITO 層 3 で被覆したガラス基板 1 を含む。例えば、スピコーティングしたポリマーの薄い有機層 5 を ITO 層 3 の上に作り、先に説明した素子の HTL、ETL、および EL 層の全ての機能を与える。金属電極層 6 を有機層 5 の上に作る。この金属は、典型的には、Mg, Ca またはその他の普通使う低仕事関数の金属である。

発光画素に有機化合物を使用する多色電界発光画像ディスプレイ素子の例が米国特許第 5,294,870 号に開示されている。この特許は、青色光を出すために有機媒体を含む複数の発光画素を開示する。これらの画素のある部分で青色 OLED と基板の間に蛍光性媒体を配置する。この蛍光性媒体は、青色 OLED が出す光を吸収し、同じ画素の異なる領域で赤色光および緑色光を出す。このディスプレイの一つの欠点は、一つの画素から隣接する画素へガラス基板を通る光の導波性が導波路を通した光のぼけ、色にじみ、画像解像度の低下および損失を生ずることがあることである。この問題を図 1 A に示す素子について図 1 D に概略的に示し、D. Z. ガルブゾフ外の "光ルミネセンス効率およびアルミニウム・トリキノレート (Alq₃) 薄膜の吸収"、249 ケミカルフィジックスレタ 2433 (1996) に更に詳しく説明され、それを参考までにここに援用する

(9)

この素子の更なる問題は、透明の導電層として使用するITOが高損失材料であり、従ってITO層が導波路を通した光を吸収する結果になることである。これおよびその他の先行技術の素子で直面する一つの追加的問題は、このLEDを相互連結する線が見る者に個々の画素を囲む黒線として見え、それでこのディスプレイの粒状度を増し、解像度を制限することである。

発明の概要

本発明は、効率を増し、他の点では有用な光放出の導波性による損失を減らすために、光反射構造体を使用する、単色および多色発光体を含む。本発明の実施例の各々は、基板、この基板内または上に配置した光反射構造体、およびこの光反射構造体内または上に配置したOLEDを含む。この光反射構造体は、上の部分と下の部分に特徴があり、この上の部分が下の部分より狭くて、このOLEDから出た光をこの下の部分の方へ向ける。

一つの態様で、本発明の発光体は、各々、傾斜壁を有するメサの形をした少なくとも一つの光反射構造体を有する複数の画素を含む。本発明に使用するメサは、切頭ピラミッドの形をし、各々上の部分がその下の部分より狭くて光をその側壁の反射によってその上の部分からその下の部分の方向に向ける。

もう一つの態様では、本発明の発光体を、光放出を集中するように構成する。そのような発光体は、各々透明基板、この基板上の光反射層、この光反射層上の導波層の形の光反射構造体、およびこの導波層上の少なくとも一つのOLEDを含む。この光反射層は、それに少なくとも一つの開口を有する。このOLEDから出た光を、この光反射構造体側壁および光反射層で反射し、この基板から出すために、この光反射層の開口を通るように向ける。

第1実施例で、本発明の発光体は、複数の画素を含み、その各々が透明基板上に三つのメサに配置した発光素子を含み、そこで上記メサの第1のものが青色光エミッタの役をし、上記三つのメサの第2のものが緑色光エミッタの役をし、および上記三つのメサの第3のものが赤色光エミッタの役をする。この実施例では、各メサの下の部分がこの基板に直ぐ隣接して各メサが出した光をこの基板の方

(10)

へ向ける。

第2実施例で、本発明の発光体は、複数の画素を含み、その各々が三つの倒立した傾斜壁を有するメサに配置した発光素子を含み、そこで上記三つの倒立メサの第1のものが青色光エミッタの役をし、上記三つの倒立メサの第2のものが緑色光エミッタの役をし、および上記三つの倒立メサの第3のものが赤色光エミッタの役をする。この実施例では、各メサの上の部分がこの基板に直ぐ隣接して各メサが出した光をこの基板から離れる方向に向けるので、これらのメサを“倒立”していると称する。これらの倒立メサを基板上かまたは基板内に配置する。

第3実施例で、本発明の発光体は、複数の画素を含み、その各々が、青色、緑色および青色OLEDの積重ね構造のために、単独または組合わせて、青色、緑色または赤色光のエミッタの役をする単一メサまたは倒立メサに配置した発光素子を含む。

第4実施例で、本発明の発光体は、透明基板、この基板上の光反射層、この光反射層上の導波層の形の光反射構造体、およびこの発明のこの導波層上の少なくとも一つのOLEDを含む。この導波層は、上面、底面、および少なくとも三つの側面を有し、これらの側面の一つがこの基板に関して 90° 未満の角度にあり、これらの側面の残りがこの基板に垂直である。これらのOLEDから出た光をこの光反射層およびこの導波層の側面で反射する。従って、出た光をこの基板から放出するために、集中してこの光反射層の開口を通るように向ける。

第5実施例では、第4実施例の導波層がこの基板に関して 90° 未満の角度にある少なくとも二つの側面を有し、残りの側面がこの基板に垂直である。この光反射層が、この基板に関して 90° 未満の角度にあるこの導波層の側面の下に位置する複数の開口を有する。それで、これらのOLEDから出た光をこの光反射層およびこの導波層の側面で反射する。従って、出た光をこの基板から放出し、且つ共通の焦点に収束するために、集中してこの光反射層のこれらの開口を通るように向ける。

図面の簡単な説明

図1Aは、先行技術による典型的有機二重ヘテロ構造発光素子(OLED)の

(11)

断面図である。

図 1 B は、先行技術による典型的有機単一ヘテロ構造発光素子 (LED) の断面図である。

図 1 C は、先行技術による公知の単層ポリマー LED 構造体の断面図である。

図 1 D は、従来の構造体 LED 構造体の中の導波性の問題を示す。

図 2 A、図 2 B および図 2 C は、この発明の実施例による、青色発光素子 (OLED) 並びに赤色および緑色下方変換蛍光体層を利用する、集積 3 色画素の断面図である。

図 2 D は、本発明の実施例による、メサ画素構成の、青色、緑色および赤色 OLED の積層装置を示す。

図 3 は、本発明の一実施例の平面図を示す。

図 4 A ないし図 4 D は、図 2 A に示すような本発明の第 1 実施例を作る方法を示す。

図 5 A ないし図 5 E は、図 2 B に示すような本発明の第 2 実施例を作る方法を示す。

図 6 A ないし図 6 D は、図 2 D に示すような本発明の第 3 実施例を作る方法を示す。

図 7 A および図 7 B は、本発明の実施例の、それぞれ、断面図および平面図である。

図 7 C は、図 7 A に示す素子の倒立状態の断面図である。

図 8 A および図 8 B は、本発明の実施例の、それぞれ、断面図および平面図である。

図 9 は、 $\theta > \theta_c$ 、内反射のための臨界角を概略的に示す。

図 10 A ないし図 10 C は、本発明に従って使うことができる、ある OLED 変形を示す。

図 11 A ないし図 11 B は、それぞれ、発光強度に対する発光素子長さの影響および素子効率をグラフで示す。

詳細な説明

(12)

本発明の第 1 実施例を図 2 A に示す。この実施例では、メサ構造の形をしている、光反射構造体のコリメータ効果のために、導波性が減り、放射出力が増す。このコリメーションは、このメサ構造の傾斜壁からの全反射によるか、またはこれらの傾斜壁に付着した金属からの正反射によって達成する。

図 2 A に示す素子は、共通基板 3 7 上の三つのメサ積層を有する画素を含み、これらの積層は、特定の積層に依って、青色 OLED 層 2 0 並びに、それぞれ、2 1 および 2 2 で指す、赤色および／または緑色下方変換蛍光体を含む。基板 3 7 は、一般的にガラス、石英、サファイアまたはプラスチックのような透明材料から製作する。この OLED 層は、この技術でよく知られるように、DH 若しくは SH 構造、またはポリマーベース OLED の単層である。

素子 2 4 は、水平に伸びて各素子 2 7 および 2 8 の上端部も形成する青色 OLED 2 0 を含む青色発光体である。素子 2 7 は、青色 OLED 2 0 およびこの積層の底部の緑色下方変換蛍光体 2 2 を含む、この蛍光体 2 2 が OLED からの青色光を緑色光に変換する、緑色発光体である。第 3 の素子 2 8 は、青色 OLED 2 0 と緑色下方変換蛍光体 2 2 の間に配置され、OLED 2 0 からの青色光を赤色光に変換する、赤色下方変換蛍光体 2 1 を含む。この場合、赤色光が、赤色光に透明な緑色蛍光体 2 2 を吸収されずに通過する。緑色下方変換蛍光体 2 2 は、製作の容易化のために素子 2 8 に残す。その代りに、第 3 素子 2 8 が青色 OLED 2 0 およびこの積層の底部の赤色下方変換蛍光体 2 1 を含む、この赤色下方変換蛍光体が OLED 2 0 からの青色光を緑色下方変換蛍光体層に通さずに赤色光に変換する。第 3 素子 2 8 の更にもう一つの代替配置では、緑色下方変換蛍光体の層を OLED 2 0 と赤色下方変換蛍光体 2 1 の間に配置する。この配置では、緑色下方変換蛍光体 2 2 が OLED 2 0 から出る青色光を緑色光に変換し、次に赤色下方変換蛍光体 2 1 がこの緑色光を赤色光に変換する。しかし、この配置は、下方変換ステップ数の増加で素子効率が低下する傾向にあるので、一般的には好まれない。図 2 A に示す実施例は下方変換蛍光体層を使用するが、素子 2 4、2 7 および 2 8 は、下方変換蛍光体層を使用せずに、その代りに青色、緑色および赤色 OLED を使用してもよい。

(13)

素子24, 27および28の何れかのメサ壁を、基板に対して約 $35^{\circ} \sim 45^{\circ}$ が好ましいが、導波性を最小にしたりは防止するように、任意の鋭角に形作ることができる。素子24, 27および28の最底部を構成する、コリメータ誘電体層19は、普通横の画素に導波されて色にじみ並びに解像度および明るさの減少の一因となる光を、そうではなくてメサ側壁および随意的反射器47の反射

によって基板37の外に向ける。この反射を、誘電体層19から基板37を通じて出てビームRを増強するように作用するビームR₂として図示する。

随意的反射器47は、例えば、アルミニウム、銀、Mg/Alまたはその他の適当な材料のような材料で作る。反射器として役立つことに加えて、反射器47は、図3に示すように反射器47を金属層26と接続するように伸すことによって相互接続子として使うことができる。反射器47を相互接続子として使うことの一つの明確な利点は、そのような相互接続子が見る者から隠されるように隣接するメサ間に位置することである。従って、出来たディスプレイは、従来のディスプレイ素子に屢々見られるような、隣接する画素間の暗線が何もない。

簡単のために、本発明で使用するOLED素子を図面に単層として示す。しかし、この技術でよく知られ且つここで説明するように、もし、このOLEDが単層ポリマーでなければ、これらの層は、実際には複数の下位層を含み、その下位層の配置は、その素子の構造がDHかSHかによる。

もし、例えば、本発明でDHのOLEDを使用すれば、OLED素子20は、ITO層の表面に真空蒸着または成長またはその他の方法で被着したHTLから成るだろう。上部ETLがELを前者とHTLの間にサンドイッチする。このHTL, ETL, ITOおよび有機EL層の各々は、それらの組成および最小限の厚さのために、透明である。各HTLは、厚さが $50 \sim 1000 \text{ \AA}$ でよく；各ELは、厚さが $50 \sim 500 \text{ \AA}$ でよく；各ETLは、厚さが $50 \sim 1000 \text{ \AA}$ でよく；および各ITO層は、厚さが $1000 \sim 4000 \text{ \AA}$ でよい。最適性能および低電圧作動のためには、好ましくは、これらの有機層の各々を上記の範囲の下端の方に維持すべきである。各素子24, 27および28 (ITO/金属層を除き) は、厚さが 500 \AA に近いのが好ましい。適当な有機ETL、ELおよびHT

(14)

L材料の例は、米国特許第5, 294, 870号に見ることができる。

ETLの上部に作るのは、低仕事関数（好ましくは、 $< 4 \text{ eV}$ ）の金属層26Mである。金属層26Mに適当な候補には、Mg, Mg/Ag、およびLi/Alがある。金属層26Mの上部に被着したのは、電氣的接触をするのに適したもう一つの導電層26Iである。導電層26Iは、例えば、ITO、Al、AgまたはAuで作ることができる。便宜上、金属層26Mと26Iの二重層構造体を

を金属層26と称する。端子26Tを金属層26上に作ってそれと電氣的に接続し、In, Pt, Au, Agおよびそれらの組合せ、またはこの技術で知られる何か適当な材料で作ることができる。

もし、素子24, 27および28を形成するために、DHのOLED素子ではなく、SHのOLED構造を使うならば、ETLおよびEL層を、図1BのSHに対して先に説明したように、層13'のような単一多機能層によって作る。この層13'は、アルミニウム・キノレートまたは層13'の多機能目的を達成できる、その他の公知の材料である。しかし、SHのOLED積層に比べたDHのOLED積層の利点は、DHのOLED積層が一般的に高効率を可能にすることである。

各素子24, 27および28のOLEDを横切る電圧は、特定の画素に対してどの瞬間にも所望の合成発光色および明るさを得るように制御する。明らかに、素子24が青色光を出し、素子27が緑色光を出し、および素子28が赤色光を出す。更に、それぞれの画素に対して一部分は素子24, 27および28の電流の大きさに依って所望の光色を得るために、素子24, 27および28の異なる組合せを作動させることができる。

素子24, 27および28は、それぞれ、電池32, 31および30によって順方向バイアスを掛けることができる。図2Aで、電流は、各電池32, 31および30の正端子からその関連する素子のカソード端子26Tへ、および各それぞれの素子の層を通り、導電層35上に作ったアノード端子35Tから各電池32, 31および30の負端子へ流れる。その結果、光が素子24, 27および28の各々のOLED層から出る。分離層25がカソード層とアノード層のショー

(15)

トを防ぐ。これらの画素を集めてディスプレイにしたとき、アノードとカソードの端子を、例えば、ディスプレイの縁に引出す。

各素子 24, 27 および 28 は、それぞれ、接触子 35 と層 21; 22 および 19 の間に、 TiO_2 のような、低損失、高屈折率誘電材料の層 36 を随意に含む。層 36 は、接触子 35 を、青色 OLED 層 20 からの光が接触子 35 に容易に導波され且つ吸収され得るように高損失材料である ITO から作ったときに特に好ましい。 TiO_2 および TIO に対する屈折率は、それぞれ、約 2.6 およ

び 2.2 である。従って、層 36 は、ITO での導波性および吸収を実質的に無くし、青色 OLED 層 20 から出た光が今度は層 36 を透過するか、または層 36 内で導波されてメサ側壁および反射器 47 によって反射される。性能を向上するための類似の層、例えば、正孔注入増強層を中間層として素子 24, 27 および 28 に随意に含める。

本発明の第 2 実施例では、積層の底ではなくて上部から光放出を得るために、図 2A の素子を反対または逆の方法で構成する。この第 2 実施例によれば、図 2B (比例尺にあらず) に示すように、“倒立” 傾斜壁のメサ構造体のコリメータ作用がこの構造体層に沿う導波性を抑制する。この実施例では、各メサが出す光を基板から離して向けるように各メサの上部が基板に直ぐ隣接しているので、これらのメサを“倒立”していると称する。図 2B の倒立メサ構造体がなければ、これらの構造体層に沿う導波性が、“クロストーク” または色にじみとして知られる現象である、直ぐ近くの画素から出た光による一つの画素での下位変換層の不用意な光ポンピングに繋がる可能性がある。

図 2B に示す実施例では、 SiO_x , SiN_x 、ポリイミド等のような誘電材料の層を基板 51 上に被着し、エッチングしてピット形成構造体 50 を作り、それらの間に平底ピットを残す。ピット形成構造体 50 は、素子を含む層を被着することによって素子 24', 27' および 28' の倒立メサ構造の形成を可能にする。

素子 24', 27' および 28' の倒立メサの各々は、反射性金属接触層 56、分離層 53、青色 OLED 層 20、誘電層 55、並びに、それぞれ、倒立メサ

(16)

素子 28' および 27' 用の赤色または緑色蛍光体 21 および 22 を含む。倒立メサ素子 28' は、その代りに、i) 青色 OLED 層 20 と赤色蛍光体 21 の間か、または ii) 赤色蛍光体 21 上に配置された緑色蛍光体の層を有する。金属接触層 56 は、アルミニウム、銀、Mg/Al 等で作ってもよい。反射器として役立つことに加えて、金属接触層 56 を相互接続子として使うのが好ましい。金属接触層 56 を相互接続子として使うことの一つの明確な利点は、それが素子 24' , 27' および 28' の下に配置され、それで見える者から隠されることである。従って、出来たディスプレイは、従来のディスプレイ素子に屡々見られるような隣

接する画素間の暗線が何もない。

各倒立メサは、更に、薄い (約 50 ~ 200 Å) 低仕事関数の金属層 52A と厚い (約 500 ~ 4000 Å) ITO 被膜 52B を備える透明接触領域 52 を含む。第 1 実施例に比べて、電池 30, 31、および 32 の極性が反対である。その結果、素子 24' , 27' および 28' を流れる電流は、光を出すために順方向にバイアスを掛けたとき、図 2A の実施例と逆方向である。

図 2B に示す実施例は、一般的に図 2A に示す実施例より高解像度が可能である。これは、図 2A に示す実施例は、発光領域と基板表面の間の距離が比較的大きいので各素子 24, 27 および 28 から比較的大きい光ビームが出る結果になり得るからである。比較すると、図 2B の倒立メサ構造体の各々から出る光ビームは、コリメータ誘電層または基板材料を貫通しない。結果は、図 2A に示すメサ素子の各々から出る光ビームに比べて、図 2B の倒立メサ素子 24' , 27' および 28' から出る光ビームが比較的小さいことになる。

誘電層をエッチングしてピット形成構造体 50 を作ることによって倒立メサを作る、図 2B に示す構成に加えて、図 2C に示すように、パターン化した基板 60 上に素子 24' , 27' および 28' を作ることによって倒立メサを製作できる。パターン化した基板 60 は、ピットを有し、各ピットが実質的平底面と傾斜側壁を有する。各側壁は、底面と鈍角を作るように傾斜し、その角度は約 135° ~ 145° が好ましい。このピットの深さは、1000 ~ 3000 Å のオーダー

(17)

で比較的浅くてもよく、望む通りに広くてもよい。例えば、パターン化した基板 60 を Si で作り、そこに標準指向性エッチング法によってピットを作る。直線、傾斜側壁を有する、図 2 B および図 2 C に示すピット構造に加えて、他の断面も可能である。例えば、半円形または類似の断面を有するピットを意図する。その上、本発明の何れかの実施例のメサまたは倒立メサは、平面図で、正方形、三角形、円形、および六角形のような、実質的にどんな形にも配置できる。

図 2 A、図 2 B および図 2 C に示す実施例のどれにも、OLED の放出層と蛍光体層より屈折率の小さい材料がそれらの間に無く、この OLED 層が出す実質的に全ての光子を蛍光体が吸収するのが好ましい。これは、青色光の赤色および緑色蛍光体への輸送効率を増す結果となる。

多色用途に使用するとき、本発明のディスプレイに使用する各画素は、同時か別々に、赤色光、緑色光、および青色光を出す。その代りに、モノクローム用途に使うとき、各画素は、単色光を出す。

さて、共通基板上に多色 LED を作るための方法を、図 2 A に示すこの発明の実施例について説明する。この方法を図 4 A ~ 図 4 D に概略的に示すが、それらは比例尺で描くことを意図しない。多色有機素子アレーを得るために次の工程を使うことが出来る：

- 1) 基板 37 上に透明な $5 \sim 10 \mu\text{m}$ の誘電層 19 を被着する工程。誘電層 19 は、好ましくは屈折率が基板 37 に等しいかそれより小さくあるべきである。層 19 は、例えば、 SiO_x またはテフロンでもよい。
- 2) 緑色蛍光体層 22 を被着する工程。
- 3) SiO_x のような、薄い、エッチ停止誘電層 23 を被着する工程。
- 4) 赤色蛍光体層 21 を被着する工程。この工程後、この素子は図 4 A に示すように見える。
- 5) 図 4 B に示すような 2 次元メサ構造体を作るために反応性イオンまたは湿式化学的エッチによってフォトリソグラフィ・パターンニングする工程。
- 6) これらのメサの三分の一から上記赤色蛍光体 21 を除去するために適当な化学的または反応性イオンエッチによってパターンニングおよびエッチング

(18)

する工程。

7) これらのメサの第2の三分の一から上記緑色蛍光体22を除去するために適当な化学的または反応性イオンエッチによってパターニングおよびエッチングする工程。

8) 上記メサの上部に正方形接触子35を作るために、ITOのような、透明な導電材料を被着する工程。

9) ストライプ接触子金属列を作るためにITOに金属(図示せず)を被着し、ストライプ接触子をパターニングする工程。そのようなパターニングは

シャドウマスク、リフトオフまたは、例えば、Alの塩素反応性イオンエッチによってすることができる。

10) SiN_x のような、分離誘電体25を被着する工程。この素子は、この工

程後、図4Cに示すように見える。

11) 青色OLED20用接触子を得るために反応性イオンまたは湿式エッチによってこの分離誘電体にウインドウをエッチングする工程。

12) あらゆるものの上に青色OLED層20を被着する工程。層20は、先に説明したように、SH構造でもDH構造でもよい。

13) 図4Dに示すように、あらゆるものの上に金属被覆26Mおよび261を被着し、行金属ストライプ接触子およびこれらのメサの側面の金属反射器47をパターニングする工程。

上に列挙した方法は図2Aに示す実施例を作るために使うことができるが、その他の代替工程が可能である。例えば、素子24, 27および28の各々に対するメサベースを作るために層19を被着しエッチングする代りに、これと同じ目的で基板37を直接エッチし、それによって層19の必要性を無くすることが可能である。もう一つの例として、蛍光体およびOLED層を、予めエッチした層19または予めエッチした基板37上に整列したシャドウマスクによって被着することができる。

次に、共通基板51上に倒立多色LEDを作るための方法を、図2Bに示すこ

(19)

の発明の実施例について説明する。これと同じ方法を、上にピット形成基板 50 を備える平坦基板 51 の代りにパターン化した基板 60 を使うことを除いて、図 2 C に示す実施例を作るために使うことが出来る。この方法を図 5 A ~ 図 5 E に概略的に示すが、それらは比例尺で描くことを意図しない。以下の工程を使って図 2 B に示す実施例に到達することが出来る：

- 1) 金属箔、プラスチック層、またはその他の適当な基板材料でよい、基板 51 上に誘電体被膜 50 を被着する工程。層 50 は、選択エッチングに従順であるべきで、例えば、 SiO_x 、 SiN_x 、ポリイミドまたはテフロンでもよい。
- 2) 誘電体被膜をエッチングして領域 50 を残し、それらの間に平底ピットが出来るようにする工程。
- 3) あらゆるものの上に金属被覆 56 を被着し、メサ反射器および行金属ストライプ接触子を作るために金属パターニングする工程。
- 4) SiO_2 のような、分離層 53 を被着する工程。この工程後、この素子は図 5 A に示すように見える。
- 5) 青色 OLED 20 接触子用に上記分離被膜にウインドウを開ける工程。
- 6) あらゆるものの上に青色 OLED 層 20 を被着する工程。層 20 は、先に図 2 A に示す実施例について説明したように、SH 構造でも DH 構造でもよい。
- 7) 透明 ITO 接触子 52 を被着する工程。
- 8) 列ストライプ接触子を作るために上記透明 ITO 接触子 52 をパターニングする工程。
- 9) SiO_2 のような、誘電材料の層 55 を被着する工程。この工程後、この素子は図 5 B に示すように見える。
- 10) 赤色蛍光体層 21 を被着し、図 5 C に示すような構成になる工程。
- 11) これらのメサの最初の三分の二から上記赤色蛍光体 21 を除去するためにパターニングおよびエッチングする工程。
- 12) 緑色蛍光体層 22 を被着し、図 5 D に示すような構成になる工程。

(20)

13) これらのメサの第2の三分の二から上記緑色蛍光体22を除去するためにパターニングおよびエッチングし、図5Eに示すような構成になる工程。

図2A、図2Bおよび図2Cは、多色ディスプレイを対象とするが、これらの図のメサおよび倒立メサ構成を、各画素が単色しか出せない単一メサまたは倒立メサ構造を含む単色ディスプレイに適用できる。

本発明の第3実施例では、青色、緑色および赤色OLEDを、図2Dに示すように積層構成100に配置する。そのような積層装置は、1994年12月13日に提出した米国特許出願第08/354,674号および1995年12月6日に提出したPCT国際公開パンフレットWO96/19792に記載されていて、それらの開示を参考までにここに援用する。本発明は、先に議論したように導波性を最小にし且つ効率を最大にするために、メサ構造に関連してこの積層装置を使用する。図2Dに示す実施例では、青色20、緑色110および赤色111OLEDを互いに積重ね、各OLEDを透明導電層26によって互いから分離して各素子がこの積層を通して光を出すために別々のバイアス電位を受けられる

ようにする。各OLEDは、先に説明したように、SH型でもDH型でもよい。図2Dに示すように、OLED20、110および111の積層装置を、導電層112、誘電層19および透明基板37上に配置する。

各導電層26は、低仕事関数（好ましくは、 $< 4\text{ eV}$ ）の金属層26M、例えば、Mg、Mg/AgおよびLi/Alおよび電氣的接触をするのに適した追加の導電層261を含む。勿論、OLED20、110および111の間、並びに基板37とOLED20の間の導電層は全て実質的に透明でなければならない。しかし、OLED111上の導電層26は、この積層の上端にあるので、透明である必要はなく、反射性であるのが好ましい。端子26Tを金属層26上につけてそれと電氣的に接続し、In、Pt、Au、Agおよびそれらの組合せ、またはこの技術で知られる何か適当な材料で作ることができる。

積層構成100は、導電層112と誘電層19の間に、 TiO_2 のような、低損失、高屈折率誘電材料の層36を随意に含む。層36は、導電層112を、O

(21)

LED層20, 110および111からの光が導電層112に容易に導波され且つ吸収され得るように高損失材料であるITOから作ったときに特に好ましい。

層36は、ITOでの導波性および吸収を実質的に無くし、OLED20, 110および111から出た光が今度は層36を実質的に透過する。更に、層36は、導波された光を基板37の方へ反射するために傾斜側壁を有することができる。

積層OLED画素100の製作は、例えば、シャドウマスクまたは乾式エッチングによって達成する。例えば、積層OLED画素100を、図6A～図6Dに概略的に示すように、以下の工程で作る：

- 1) 基板37上に透明な5～10 μm の誘電層19を被着する工程。誘電層19は、屈折率が基板37に等しいかそれより小さくあるべきである。層19は、例えば、 SiO_x またはテフロンでもよい。
- 2) ITOのような、透明導電材料の層112を被着する工程。この工程後、この素子は図6Aに示すように見える。
- 3) 図6Bに示すように、メサ構造体を作るためにエッチングする工程。
- 4) 青色OLED層20を被着する工程。層20は、先に説明したように、SH構造でもDH構造でもよい。
- 5) 導電層26Mおよび261を被着する工程。
- 6) 緑色OLED層110を被着する工程。層110は、先に説明したように、SH構造でもDH構造でもよい。
- 7) 導電層26Mおよび261を被着する工程。
- 8) 赤色OLED層111を被着する工程。層111は、先に説明したように、SH構造でもDH構造でもよい。
- 9) 導電層26Mおよび261を被着する工程。この工程後、この素子は図6Cに示すように見える。
- 10) メサ側壁上に反射器47および各層261上に端子26Tを被着する工程。

最終素子は、図6Dに示すように見える。

(22)

図 2 D は、メサ構造体に関連して積層 OLED 構成を使うことを示すが、本発明は、倒立メサ構造体内に積層 OLED 構成を使うことも意図する。そのような倒立メサ構造体は、必要な OLED および導電層を、例えば、それぞれ、先に図 2 B および図 2 C に示す実施例について説明したように、上にエッチした誘電層を有する基板または中にエッチしたピットを有する基板上に被着することによって作る。倒立メサ、積層 OLED 素子を達成するためには、図 2 D に示す実施例について上に説明した積重ね順序を逆転する。

本発明の更なる実施例は、効率を最大にし且つ高輝度用途のために光を集中するように設計した。そのような発光体は、各々透明基板、この基板上の光反射層、この反射層上の導波層の形をした光反射構造体、およびこの導波層上の少なくとも一つの OLED を含み、各 OLED が所定の色の光を出す。光反射層は、そこに少なくとも一つの開口を有する。OLED から出た光を、導波層側壁および光反射層で反射し、この基板から放出するために光反射層の開口に向ける。この様にして、比較的長い OLED が発生した光を比較的小さい放出面積に集中する。この結果、高輝度、高解像度発光素子となる。

本発明の第 4 実施例を、それぞれ、側面図および平面図である図 7 A および図 7 B に示す。発光素子 1 0 0 0 が、基板 1 1 0 0、光反射層 1 1 1 0、導波層 1 1 2 0 および OLED 層 1 1 3 0 を含む。光反射層 1 1 1 0 は、OLED 層 1 1 3 0 から出た光を通すために少なくとも一つの開口 1 1 5 0 を有する。この実施

例では、導波層 1 1 2 0 が上面、下面、および少なくとも三つの側面を有する。導波層 1 1 2 0 の側面の一つ 2 1 6 0 が基板 1 1 0 0 に関して 90° 未満、好ましくは約 45° の角度を成す。導波層 1 1 2 0 の残りの側面は、基板 1 1 0 0 にほぼ垂直である。反射器 1 1 4 0 は、側面 2 1 6 0 上では随意であり、導波層 1 1 2 0 の残りの側面にあるのが好ましい。

図 7 A および図 7 B に示す実施例では、OLED 層 1 1 3 0 から出た光を導波層 1 1 2 0 内に導波し、そこで光反射層 1 1 1 0 および導波層 1 1 2 0 の側面が反射して開口 1 1 5 0 に向ける。この結果、図 7 A に示すように、開口 1 1 5 0 および基板 1 1 0 0 を通過する集中した光ビームが出来る。

(23)

図7Aおよび図7Bに示す実施例は、光を基板1100を通して向けるように描くが、この発明は、図7Cに示すような“倒立”構成も含む。そのような構成では、光が基板から離れる方向に向くように、素子をピットのあるパターン化した基板に配置する。もし、そのような素子の基板が反射性でなければ、反射性材料の層2170をOLED1130と基板1100の間に含めるべきである。パターン化した基板のピットの深さは、1000~3000Åのオーダーで比較的浅くてもよく、望む通りに広くてもよい。例えば、パターン化した基板1100をSiで作り、そこに標準指向性エッチング法によってピットを作る。

本発明の第5実施例を図8Aおよび図8Bに示す。発光素子1010が、基板1100、光反射層1110、導波層1120およびOLED層1130を含む。導波層1120の側面2160の少なくとも二つが基板に関して90°未満、好ましくは約30°の角度にあり、側面の残りは、基板に垂直である。光反射層1110は、基板に関して90°未満の角度にある、導波層1120の側面の下に位置する開口を有する。図8Aに示すように、OLED層1130から出た光を導波層1120内に導波し、そこで光反射層1110および導波層1120の側面が反射して開口1150に向ける。発光素子1010は、OLED層1130から出た光の反射を支援するために反射器1140を随意に含む。素子1010の開口1150から現れる光は、ある焦点1200に収束する。

基板1100は、一般的にガラス、石英、サファイアまたはプラスチックのような透明材料から製作する。反射器1140は、例えば、金属鏡または多重誘電積層であり、これらの内後者が好ましい。もし、金属鏡を使うなら、反射器1140を何か適当な金属または合金、好ましくはアルミニウム、銀、マグネシウム・アルミニウム合金、およびそれらの組合せで作る。もし、多重誘電積層なら、反射器1140を、この技術で知られるように、TiO₂とSiO₂のような、異なる屈折率を有する誘電材料の何れかの対で作る。光反射層1110は、高反射性多重誘電積層で作るのが好ましい。

随意の反射器1140の必要性は、導波層1120に使用する材料に依り、それは、SiO₂、ポリイミドまたはテフロンのような、何か適当な透明誘電材料

(24)

である。最適には、導波層 1120 の傾斜壁に当る光を完全に反射し、それによって全内面反射を生ずる。しかし、もしこれが、導波層 1120 に使用する材料のために達成できなければ、反射器 1140 が必要になる。例えば、導波層に使用する材料および導波層を囲む材料（または環境）が、それぞれ、特性屈折率 n_2 および n_1 を有する。図 9 に示し且つ全内反射が起る最小角と定義する、臨界角 θ_c が式 $\sin(\theta_c) = (n_1/n_2)$ 、但し $n_1 < n_2$ 、に従って n_2 および n_1 に関係する。従って、導波層 1120 の屈折率 n_2 が増すと、 n_2 より小さい一定の n_1 に対して θ_c が減ることが分る。従って、導波層 1120 の屈折率が周囲材料（または環境）のそれより遥かに大きいとき、 θ_c が最小になり、内反射がより起りそうになる。この場合、反射器 1140 は必要ないかも知れない。逆に、 n_2 が n_1 と同様であるとき、 θ_c が最大になり、内反射がより起りそうになくなり、従って反射器 1140 が必要になるかも知れない。

反射器 1140 を図面に平坦で直線の部材として示すが、それらは異なる形状でもよい。例えば、反射器 1140 の形状が湾曲または放物線状で、入射光ビームに集束効果を持つことが出来る。

内部損失を最小にするためには、導波層 1120 の屈折率が導電層 1500 より高いのが好ましい。その上、導波層 1120 の屈折率は、光が導波層 1120 から光反射層 1110 を通って基板 1100 へ漏れるのを避けるために、基板のそれよりも高くあるべきである。更に、本発明の発光素子は、導電層 1500 の下に、 TiO_2 のような、低損失、高屈折率誘電材料の層 1170 を随意に含むことが出来る。層 1170 は、導電層 1500 を、それが OLED 層 1130 か

ら出た光を吸収できるように高損失材料である ITO から作ったときに特に好ましい。 TiO_2 および ITO に対する屈折率は、それぞれ、約 2.6 および 2.2 である。従って、層 1170 は、ITO での導波性および吸収を実質的に無くする。層 1170 の屈折率は、層 1500 のそれよりも大きくあるべきであるが、それは、出た光が層 1170 から層 1120 へ容易に移れるように、導波層 1120 の屈折率より小さくあるべきである。内部損失を低減するための、その上の更なる努力では、低損失、高屈折率誘電材料の層 1190 を、導波層 1120

(25)

から基板 1100 の中への光の伝達を容易にするのを手伝うための反射防止被膜として役立てるために、開口 1150 に随意に配置する。層 1190 は、図 7A および図 8A に示すように、基板 1100 の下にも配置することができる。層 1190 は、例えば、テフロンである。

本発明のどの実施例に於いても、OLED 層 113 は、この技術で知られるように、単一ヘテロ構造の OLED でも、二重ヘテロ構造のものでもよい。簡単のために、本発明に使用する OLED は、この技術で知られるように、もし、その OLED が単層ポリマーでなければ、各 OLED が実際には多数のサブ層を含むが、図面には単層として示す。その上、図 10A ~ 図 10C に示すように、OLED 層 113 が作動するために必要な多数の電極層がある。

図 10A に示すように、低仕事関数（好ましくは、 $< 4 \text{ eV}$ ）の金属層 1510 を OLED 層 1130 の上面に作る。金属層 1510 に適当な候補には、Mg、Mg/Ag、および Li/Al がある。金属層 1510 は、OLED 層 1130 のための接触材料として、および入射する光ビームを反射するための反射材料として役立つ。金属層 1510 の上部に被着したのは、電氣的接触をするのに適したもう一つの導電層 1520 である。導電層 1520 は、例えば、ITO、Al、Ag または Au で作る。OLED 1130 からの光放出は、導電層 150 と導電層 1520 の間に電圧を掛け、それによって OLED 層 1130 の EL から放出を生ずるときに起る。OLED 放出層から出た光を所望の色に光エネルギー下位変換するために、蛍光体の層 1160 を随意に含めてもよい。図 10A に示す実施例は、単色光放出を生ずる。

その代りに、多色応用を容易にするために、OLED 層 1130 は、図 10B に示すように、青色 OLED 1600、緑色 OLED 1610、および赤色 OLED 1620 を含む。青色、緑色、および赤色 OLED の各々は、それぞれ、青色、緑色、および赤色光を独立に出すように個々に対応できる。

その代りに、青色、緑色、および赤色 OLED を、図 10C に示すように積重ねた構成に配置する。そのような積層装置は、1994 年 12 月 13 日に提出した米国特許出願第 08/354,674 号および 1995 年 12 月 6 日に提出し

(26)

たPCT国際公開パンフレットWO96/19792に記載されていて、それらの開示を参考までにここに援用する。図10Cに示す実施例では、青色1600、緑色1610および赤色1620LEDを互いに積重ね、各LEDを層1510および1520によって互いから分離して各素子がこの積層を通して光を出すために別々のバイアス電位を受けられるようにする。この実施例で、LED材料の間（例えば、層1600と1610の間、および層1610と1620の間）に配置した金属層1520は、透明であるために十分薄く、且つこの素子の最上導電層である、赤色LED1620の上部の金属層1520は、入射する光ビームを反射するに十分厚い。各LED1600、1610および1620は、先に説明したように、SH型でもDH型でもよい。図10Cに示すように、LED1600、1610および1620の積層装置を、導電層1500の上に配置する。

上に列挙した方法および材料のどれに対する被着技術も、この技術分野でよく知られている。例えば、LED層を被着する好適方法は、熱蒸着またはスピニングにより；金属層を被着する好適方法は、熱若しくは電子ビーム蒸着またはスパッタリングにより；ITOを被着する好適方法は、電子ビーム蒸着またはスパッタリングにより；蛍光体層を被着する好適方法は、熱蒸着またはスパッタリングにより；および誘電体を被着する好適方法は、プラズマ加速化学蒸着または電子ビーム蒸着による。

光反射層1110を使う、本発明の実施例の重要な利点は、比較的長いLEDが発生した光を比較的小さい放出面積に集中することである。この結果、高輝度、高解像度発光素子となる。本発明の各素子の長さLが増すと、この素子の効率は、ある最適長さ（ L_{OPT} ）に達するまで増すことが期待され、それを超すと

素子内損失が大きくなり、従って効率が落ちる。この現象を図11にグラフで示す。それで、光反射層1110に二つの開口1150を有し、光ビームを焦点1200に収束する、図8に示す実施例は、一般的に図7に示す実施例の2倍明るい。それで、図8に示す実施例は、長さが図7に示す実施例の半分に出来るが、それでも同じ合成光強度を有する。

(27)

光反射層 1 1 1 0 を使う、本発明の実施例から生ずる高輝度発光は、そのような素子をゼログラフィ、複写、印刷およびディスプレイ用途、並びに高輝度、単色または多色発光が必要な、何か他のそのような用途に有用にする。用途によって、図示し且つ説明した実施例を単独にまたは複数の画素として使うことが出来る。例えば、本発明を、複数の画素を含むフラットパネル・ライン走査ディスプレイ装置を作るために使うとき、ここで説明したような各発光素子が個々の画素またはその一部を表すことが出来る。

本発明のどの実施例の青色発光 O L E D に使うことができる、金属二座配位錯体の式は $M D L^4_2$ で、但し、M は、周期律表の第 3 ~ 1 3 族およびランタニドの三価金属から選択する。好適な金属イオンは、 $A l^{+3}$ 、 $G a^{+3}$ 、 $I n^{+3}$ および $S c^{+3}$ である。D は、2-ピコリルケトン、2-キナルジルケトンおよび 2- (オ-フェノキシ) ピリジンケトンのような二座配位子である。L⁴ に対する好適基には、アセチルアセトネート、式 $O R^3 R$ の化合物、但し R³ は、S i および C から選択し、R は、水素、置換および未置換アルキル、アリル並びに複素環基； 3, 5-ジ (t-ブチル) フェノール； 2, 6-ジ (t-ブチル) フェノール； 2, 6-ジ (t-ブチル) クレゾール；および $H_2 B p z_2$ から選択、がある。例として、アルミニウム (ピコリメチルケトン) ビス [2, 6-ジ (t-ブチル) フェノキシド] の固体状態でのホトルミネセンス測定から得た波長は 4 2 0 n m である。この化合物のクレゾール誘導体も測定して 4 2 0 n m だった。アルミニウム (ピコリメチルケトン) ビス (O s i P h_3) およびスカンジウム (4-メトキシ-ピコリメチルケトン) ビス (アセチルアセトネート) は、各々 4 3 3 n m であり、一方アルミニウム [2- (O-フェノキシ) ピリジン] ビス [2, 6-ジ (t-ブチル) フェノキシド] は、4 5 0 n m であった。

緑色 O L E D 放出材料の例には、錫 (iv) 金属錯体、例えば、 $S n L^1_2 L^2_2$

の式を有するもので、サルチルアルデヒド、サリチル酸またはキノレート (例えば、8-ヒドロキシキノリン) から選択したものがある。L² は、置換および未置換アルキル、アリル並びに複素環基でもよい。L¹ がキノレートであり、L² がフェニルであるとき、錫 (iv) 金属錯体の放出波長は、5 0 4 n m になるだろう

(28)

。赤色 OLED 放出材料の例には、二価金属マレオニトリルジチオレート (“m n t”) 錯体、例えば、C. E. ジョンソン外が“発光性イリジウム (I)、ロジウム (I)、プラチナ (II) ジチオレート錯体”、105 ジャーナル・オブ・アメリカンケミカルソサエティ 1795 (1983) に記載しているものがある。例えば、この m n t [Pt (P p h₃)₂] は、652 nm の固有波長放出を行う。

付加的 OLED 材料がこの技術で知られている (例えば、タング外の“有機電界発光画像表示装置”という名称の米国特許第 5, 294, 870 号; ホソカワ外、“新ドーパントによるジスチルルアリーレン放出層からの高効率青電界発光色”、67 アプライドフィジックスレター 3853-55 (1995 年 12 月); アダチ外、“青色発光有機電界発光素子”、56 アプライドフィジックスレター 799-801 (1990 年 2 月); バロズ外、“色彩調整可能有機発光素子” 69 アプライドフィジックスレター 2959-61 (1996 年 11 月) 参照)。これらの参考文献の全開示を参考までにここに援用する。ホソカワ外が記述しているようなジスチルルアリーレン誘導体は、好適な種類の化合物である。

本発明に使用する赤色および緑色発光蛍光媒体は、この技術でよく知られている。米国特許第 4, 769, 292 号および第 5, 294, 870 号が実例であり、それらの開示を参考までにここに援用する。これらの蛍光色素をポリメチル・メタクリレートのようなマトリックスポリマーに溶解することができ、適当な色素の多くは、元々プラスチックレーザ用に開発された。赤色蛍光色素の例は、4-ジシアノメチレン-4H-ピランおよび 4-ジシアノメチレン-4H-チオピランである。緑色蛍光色素の例には、ポリメチン色素、例えば、シアニン、メロシアニン並びにトリ、テトラ、および多核シアニンおよびメロシアニン、オキソノール、ヘミオキソノール、スチリル、メロスチリル並びにストレプトシアニンがある。

本発明の素子は、任意の大きさの、低コスト、高解像度、高輝度、単色または多色、フラットパネルディスプレイをもたらす。これは、この発明の範囲を、小

(29)

は数ミリから大はビルの大きさまでのディスプレイを含めるように拡げる。このディスプレイ上に作る画像は、個々のLEDの大きさに依って任意の解像度の、フルカラーのテキストまたはイラストでよい。従って、本発明の素子は、例えば、電子ディスプレイ、レーザ、照明装置、並びに掲示板および看板、コンピュータモニタ、電話のような電気通信装置、テレビ、大面積壁面スクリーン、劇場スクリーンおよび競技場スクリーンに使うためのディスプレイ装置を含む、非常に多種多様な用途に適當である。出た光を基板から離れる方向に向ける本発明の実施例は、レンズを使わずにプリント用紙への近接配置を可能にするので、特にゼログラフィ用途に有用である。

当業者は、ここに説明し且つ図示したこの発明の実施例に種々の変更を思い付くかも知れない。そのような変更は、添付の請求の範囲の精神および範囲が包含するつもりである。

(30)

【図 1】

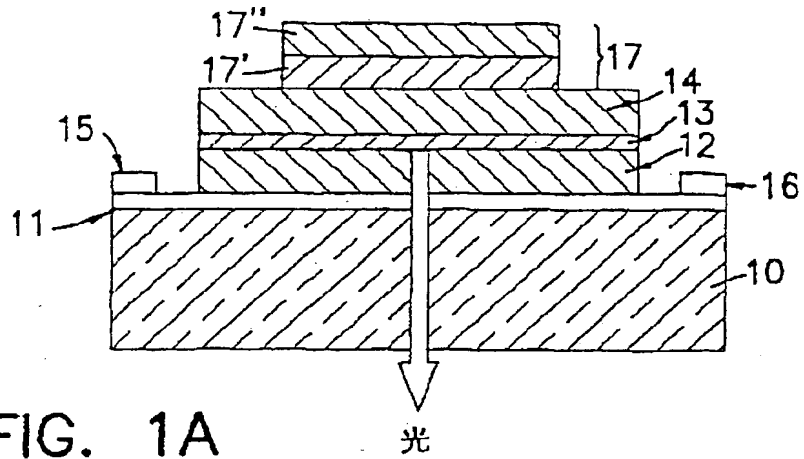


FIG. 1A
先行技術

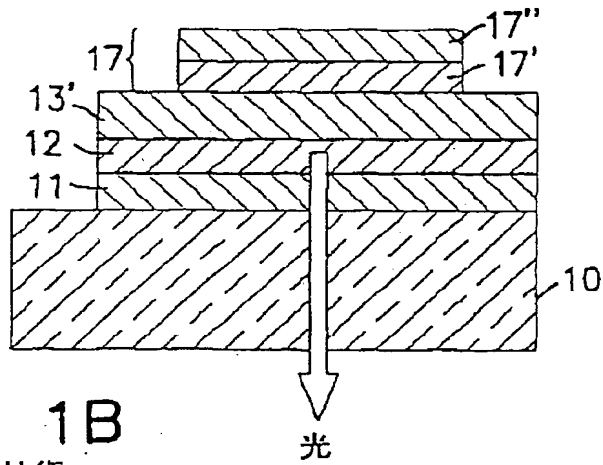


FIG. 1B
先行技術

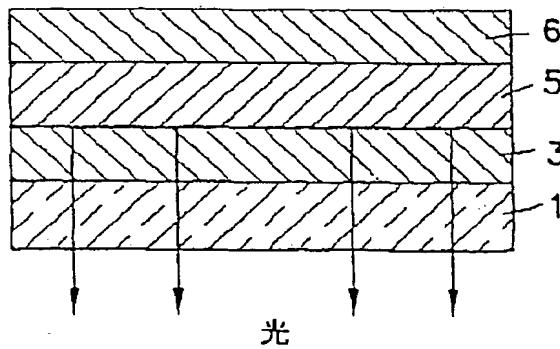


FIG. 1C
先行技術

(31)

【図 1】

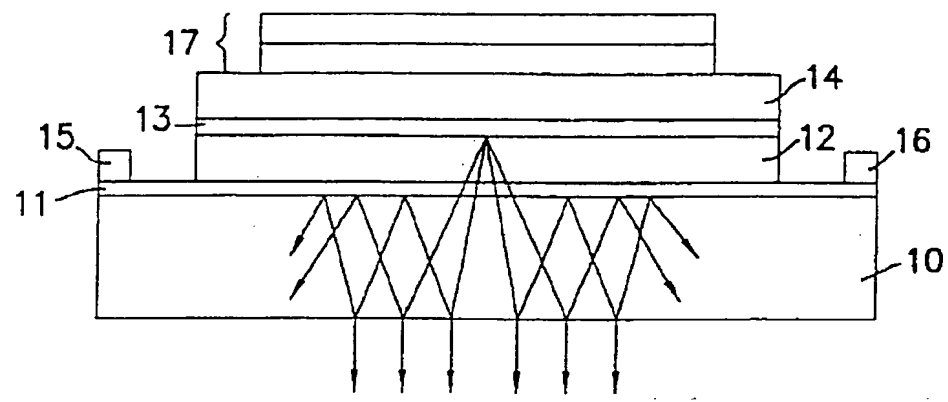


FIG. 1D

先行技術

【図 2】

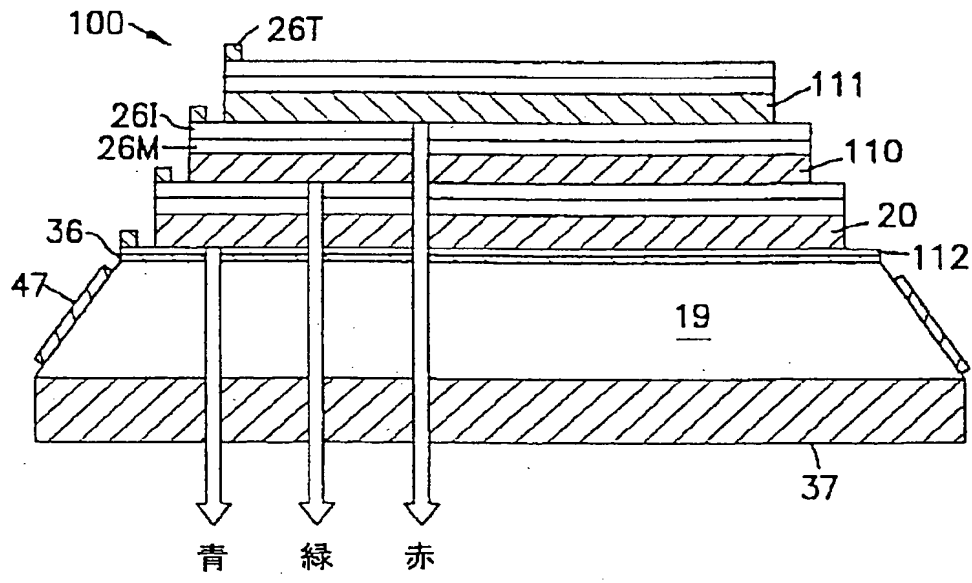


FIG. 2D

【図 2】

(32)

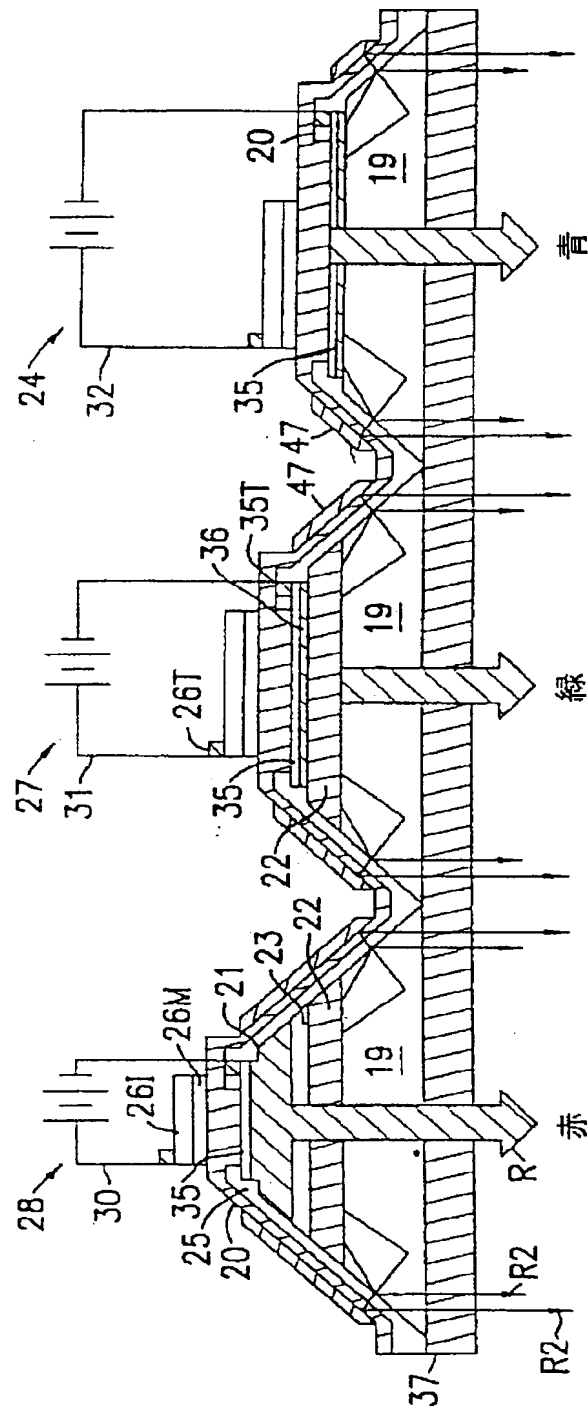


FIG. 2A

【図 2】

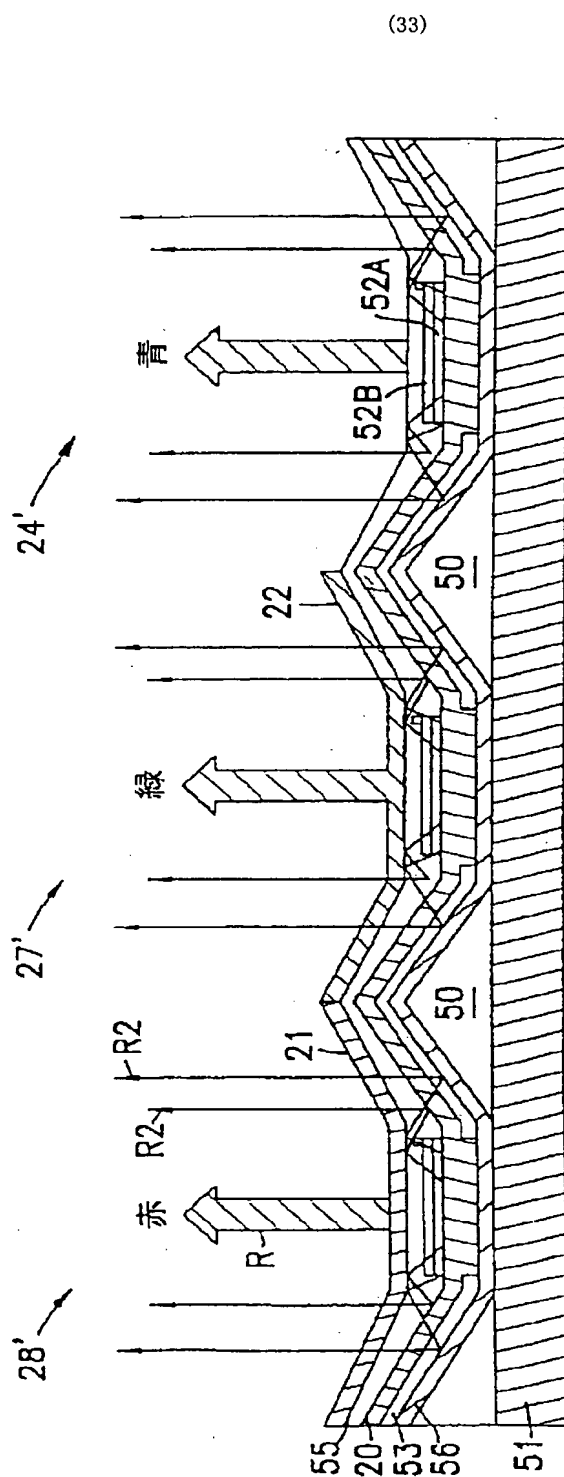


FIG. 2B

(34)

【図 2】

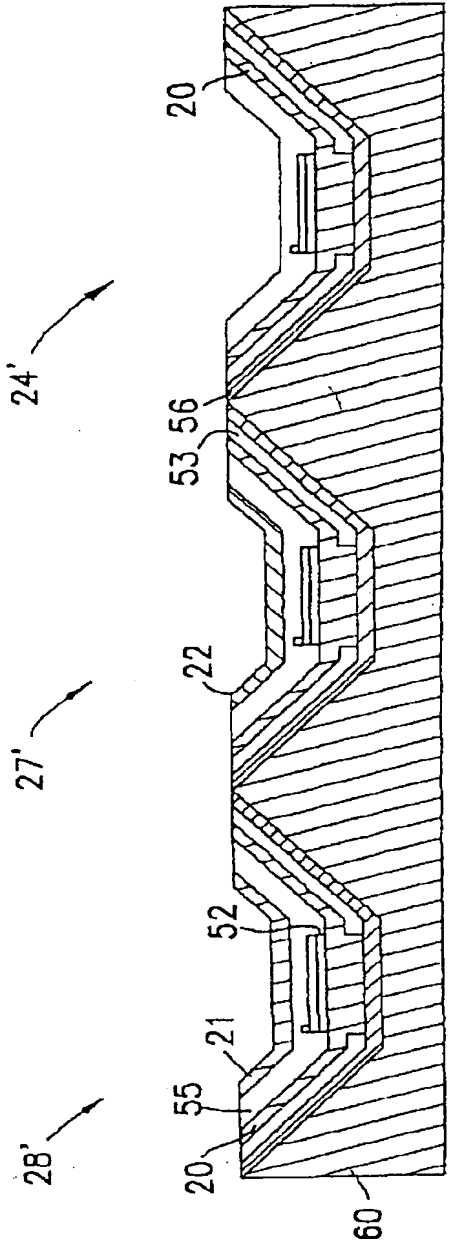


FIG. 2C

(35)

【図 3】

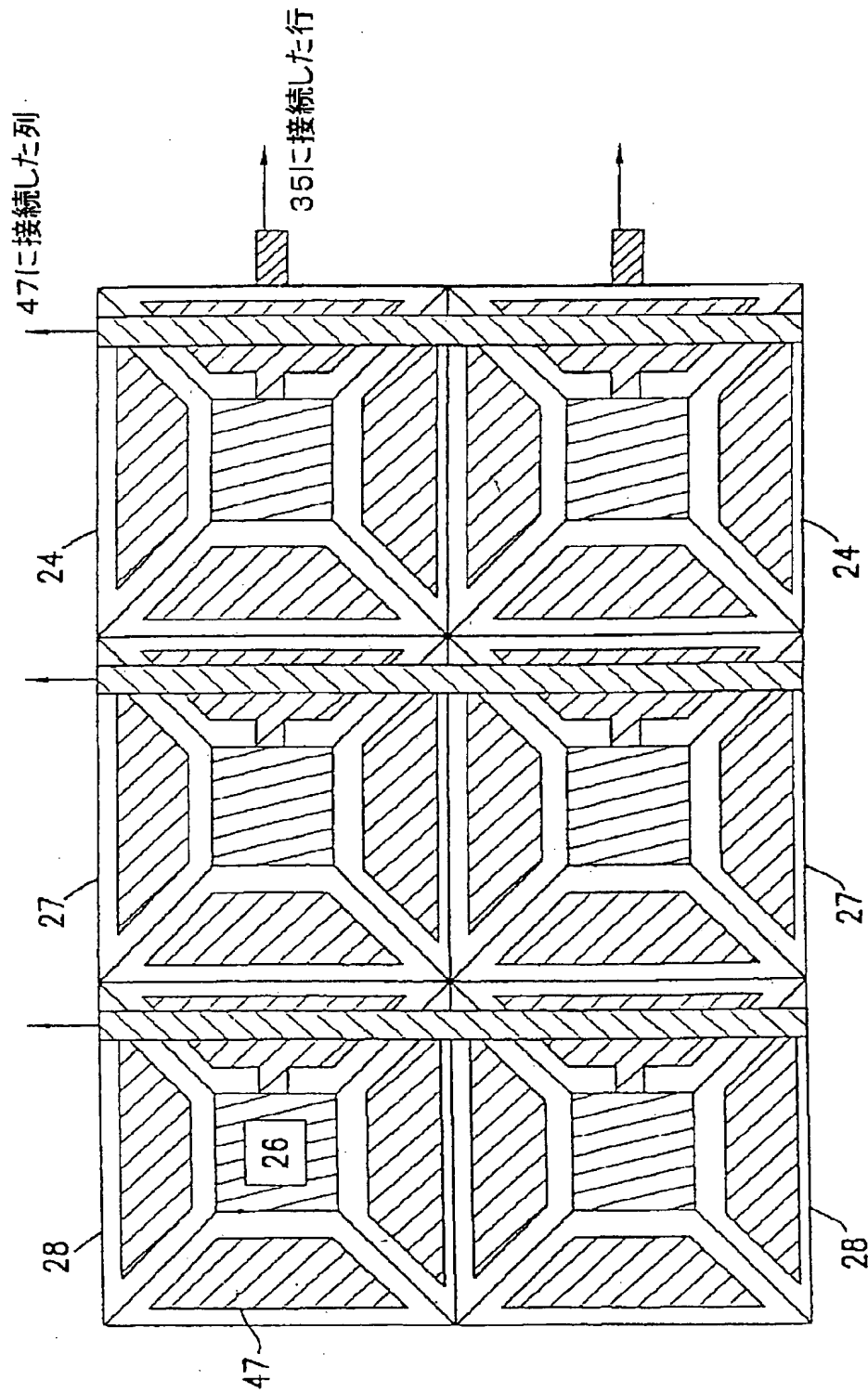


FIG. 3

(36)

【図 4】

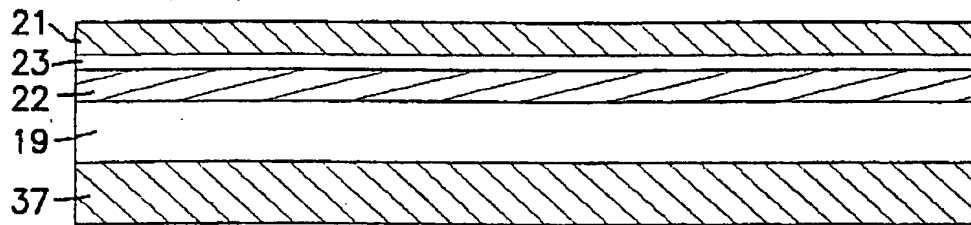


FIG. 4A

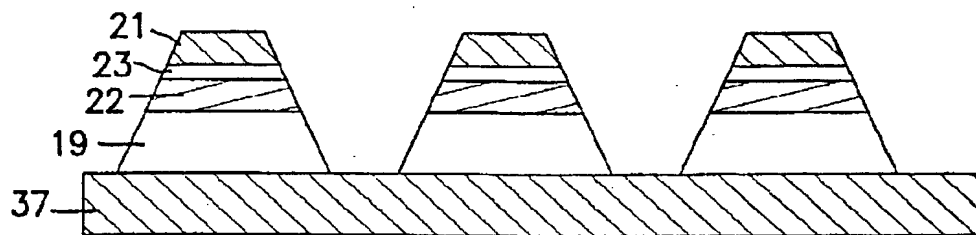


FIG. 4B

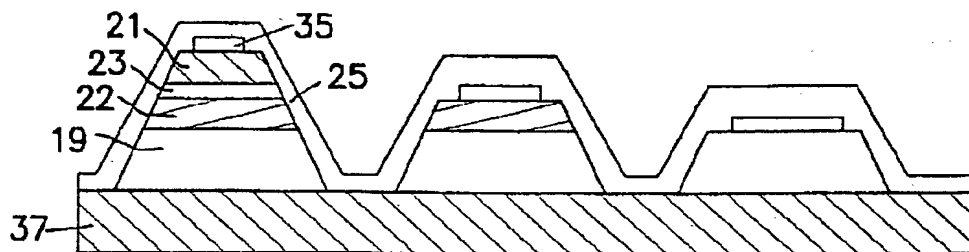


FIG. 4C

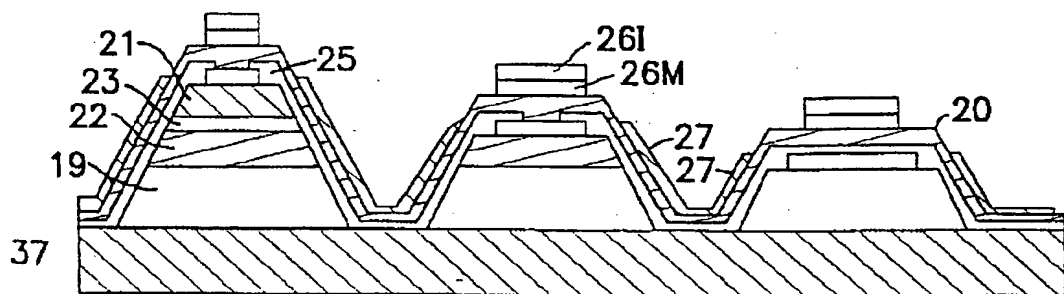


FIG. 4D

(37)

【図 5】

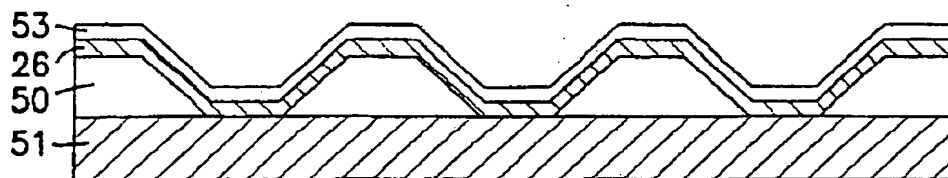


FIG. 5A

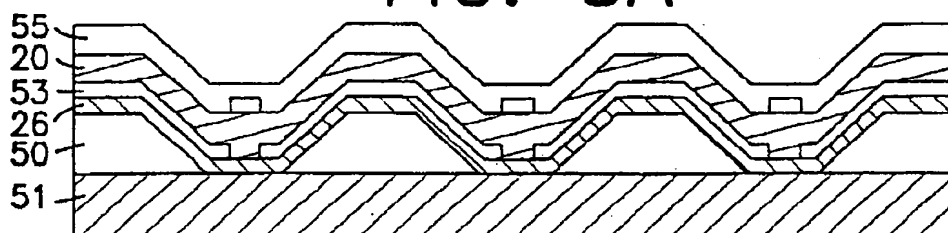


FIG. 5B

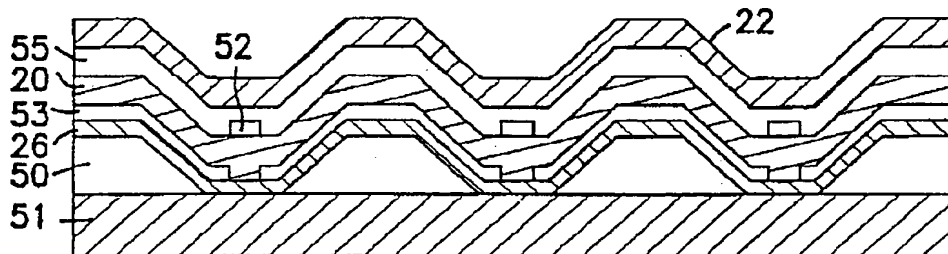


FIG. 5C

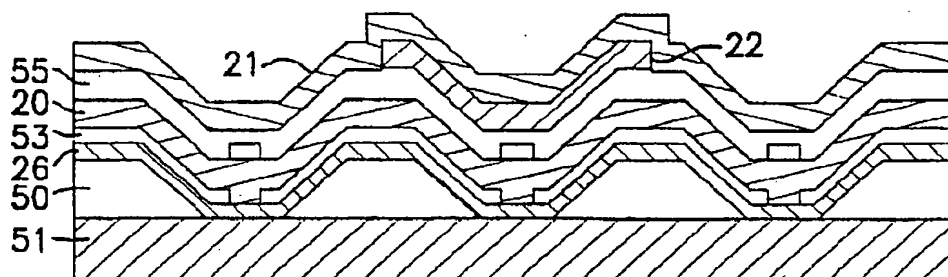


FIG. 5D

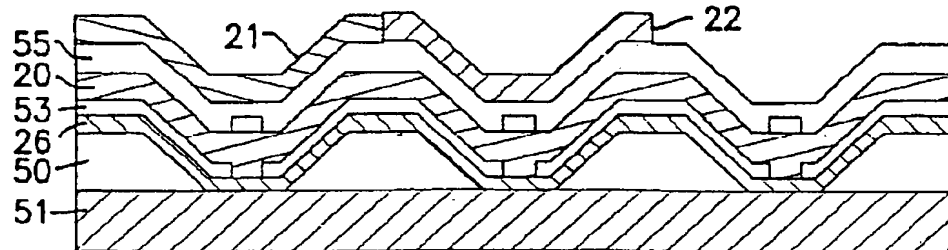


FIG. 5E

(38)

【図 6】



FIG. 6A

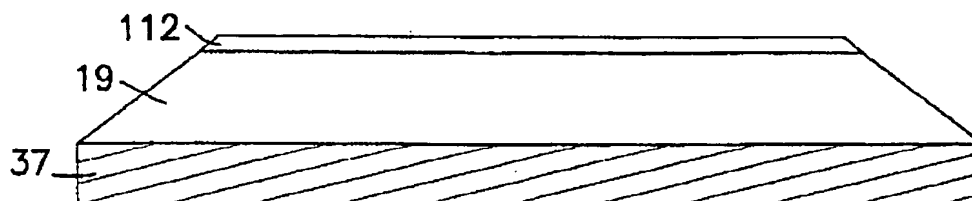


FIG. 6B

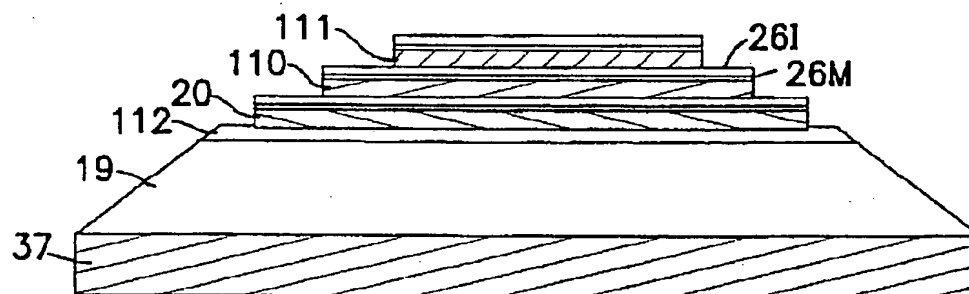


FIG. 6C

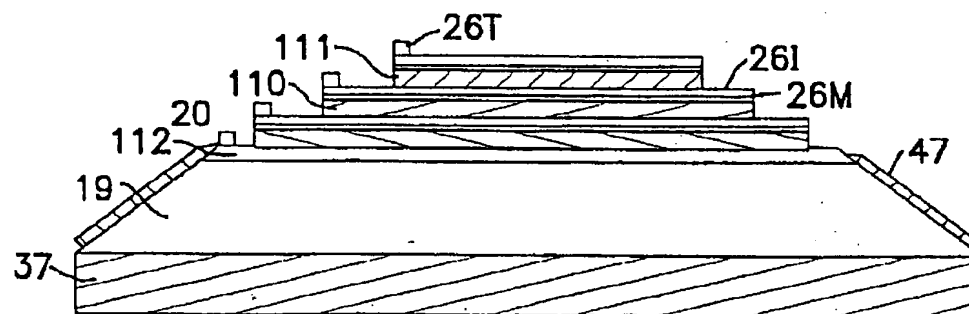


FIG. 6D

(39)

【図 7 A】

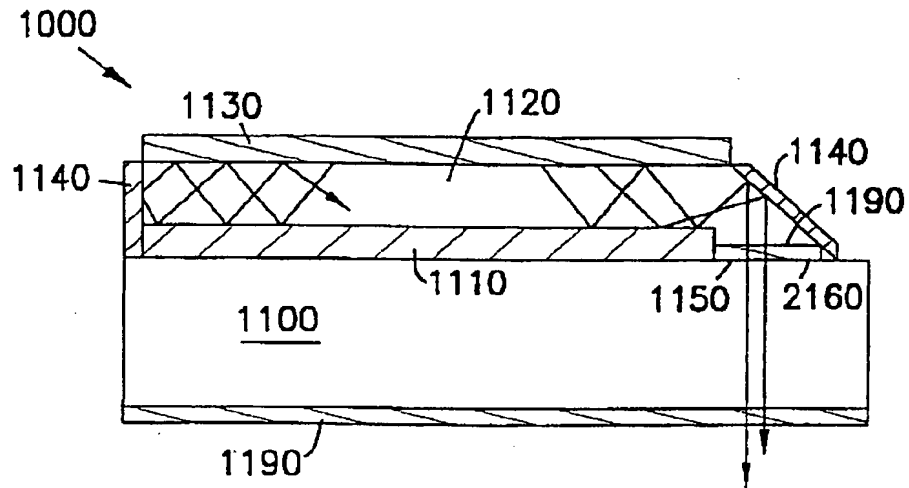


FIG. 7A

【図 7】

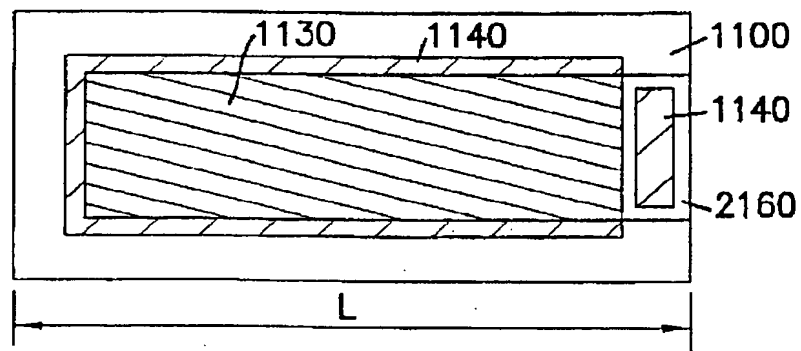


FIG. 7B

(40)

【図 7】

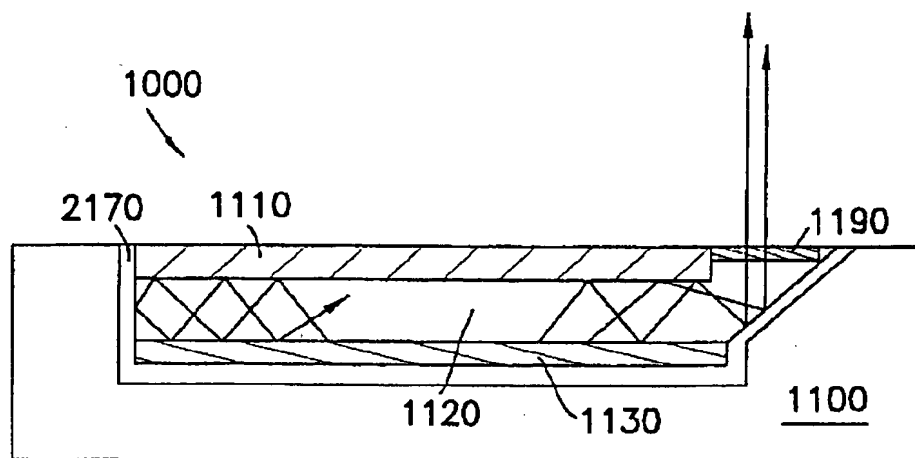


FIG. 7C

(41)

【図 8】

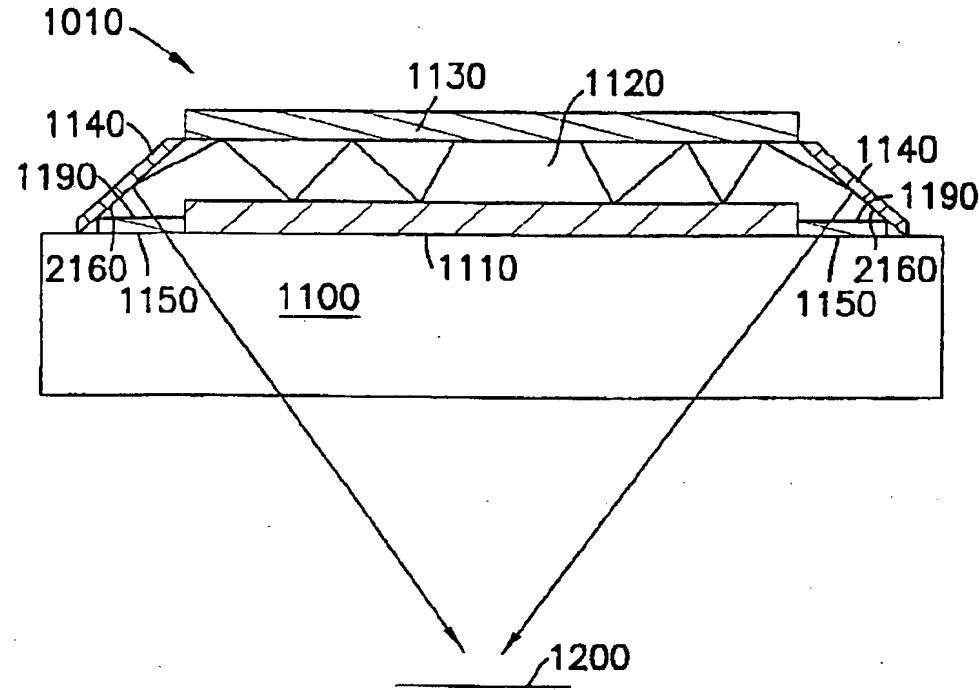


FIG. 8A

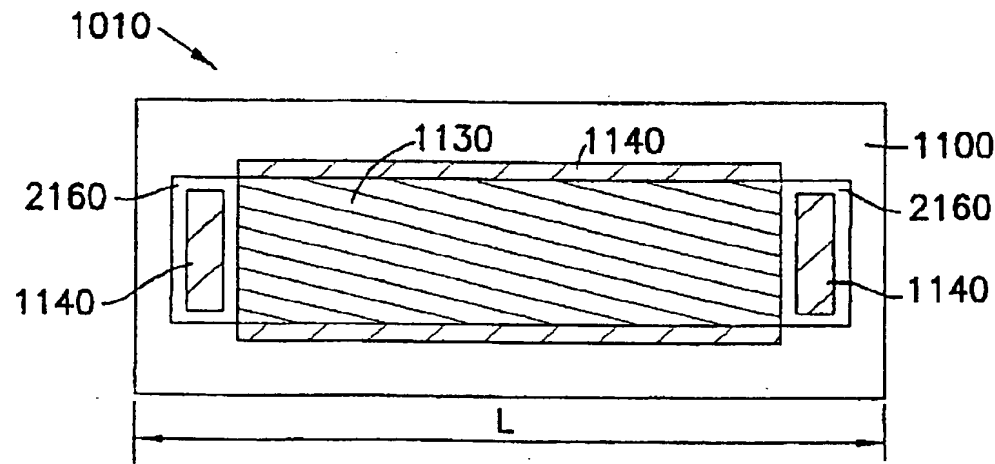


FIG. 8B

(42)

【図 9】

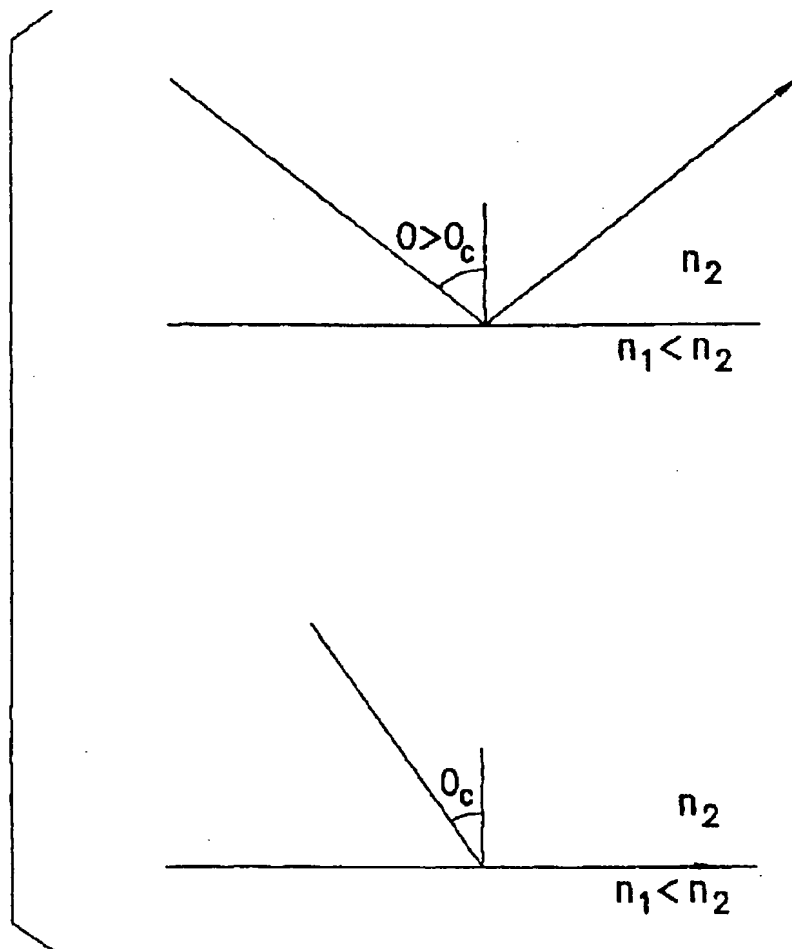


FIG. 9

(43)

【図 10】

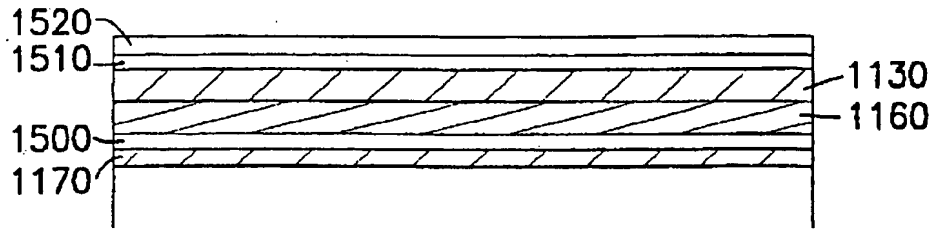


FIG. 10A

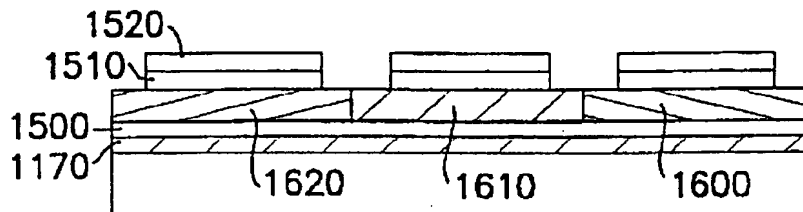


FIG. 10B

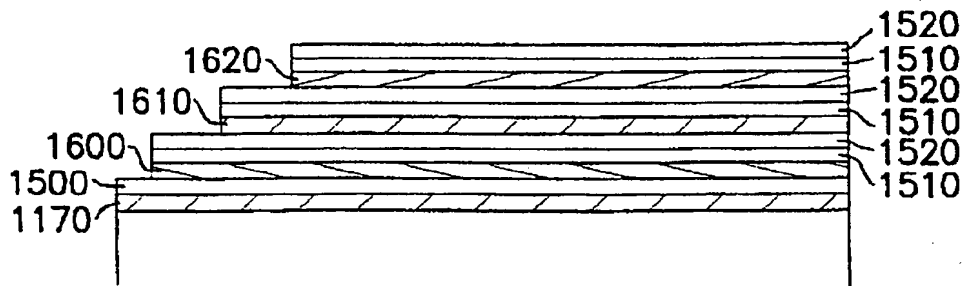


FIG. 10C

(44)

【図 11】

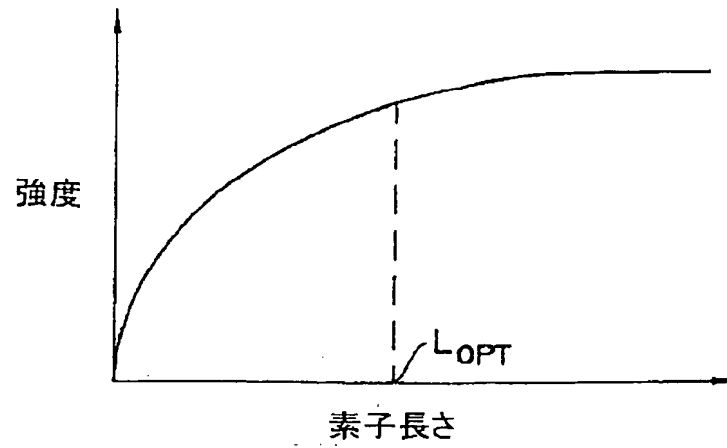


FIG. 11A

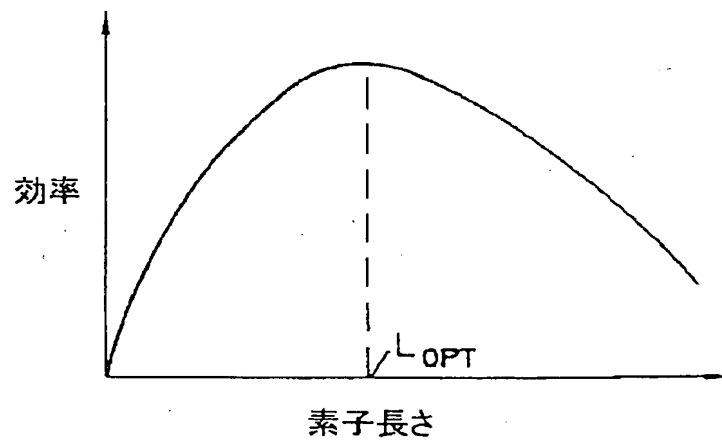


FIG. 11B

(45)

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US97/23947

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC(6) : H05B 33/14

US CL : Please See Extra Sheet.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

U.S. : 313/486,487,489,500,504,505,506,496; 428/690,917; 340/781,760; 315/169.3

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| A | US 5,294,870 A (TANG et al) 15 March 1994 (15.03.94), see fig. 2 | 1-33 |
| A | US 5,663,573 A (EPSTEIN ET AL.) 02 September 1997 (02.09.97), see Fig. 1 | 1-33 |
| A | US 5,674,597 A (FUJII et al) 07 October 1997 (07.10.97), see Fig. 3 | 1-33 |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

| | |
|---|--|
| * Special categories of cited documents: | * "I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance | "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone |
| "E" earlier document published on or after the international filing date | "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art |
| "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) | "Z" document number of the same patent family |
| "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means | |
| "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed | |

Date of the actual completion of the international search

19 FEBRUARY 1998

Date of issuing of the international search report

01 APR 1998

Name and mailing address of the ISA/US
Commissioner of Patents and Trademarks
Box PCT
Washington, D.C. 20231

Facsimile No. (703) 308-7382

Authorized officer

JAY M. PATTER

Telephone No. (703) 303-6723

Form PCT/ISA/210 (second sheet)(July 1992)*

(46)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US97/23947

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER:
US CL :

313/486,487,489,500,504,505,506,496; 428/690,917; 340/781,760; 315/169.3

(47)

フロントページの続き

- (31)優先権主張番号 08/794, 595
 (32)優先日 平成9年2月3日(1997. 2. 3)
 (33)優先権主張国 米国(US)
 (31)優先権主張番号 08/844, 353
 (32)優先日 平成9年4月18日(1997. 4. 18)
 (33)優先権主張国 米国(US)
 (81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, GW, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, UZ, VN, YU, ZW
 (72)発明者 バーロウズ, ポール
 アメリカ合衆国, ニュージャージー, プリンストン, ジャンクション, クラークスビル ロード 413
 (72)発明者 ガルブゾフ, ドミトリイ, ゼット.
 アメリカ合衆国, ニュージャージー, プリンストン, ファカルティ ロード, ヒップン アパートメンツ 5ーブイ